



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2012

---

## **Futterwahlmöglichkeit: Schlüssel zur Nährstoffversorgung bei faserreichen Futtermitteln**

Edited by: Meier, Janina S ; Liesegang, Annette ; Kreuzer, M ; Marquardt, S

Other titles: Feed for Helth

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-72154>

Edited Scientific Work

Originally published at:

Futterwahlmöglichkeit: Schlüssel zur Nährstoffversorgung bei faserreichen Futtermitteln. Edited by: Meier, Janina S; Liesegang, Annette; Kreuzer, M; Marquardt, S (2012). Zürich: ETH-Institut für Agrarwissenschaften, Tagungsbericht M.Kreuzer.

## **Futterwahlmöglichkeit – Schlüssel zur Nährstoffversorgung bei faserreichen Futtermitteln**

J.S. Meier<sup>1</sup>, A. Liesegang<sup>2</sup>, M. Kreuzer<sup>1</sup> und S. Marquardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, 8092 Zürich, Schweiz

<sup>2</sup> Universität Zürich, Institut für Tierernährung, 8057 Zürich, Schweiz

Kontakt: Janina S. Meier, [janina.meier@usys.ethz.ch](mailto:janina.meier@usys.ethz.ch)

### **Einleitung**

In einem natürlichen Umfeld wählen Tiere ihr Futter aus einer grossen Auswahl selber aus. Diese Futterselektion basiert auf grundlegenden Prinzipien. Nach der „Theorie des optimalen Verzehrverhaltens“ (optimal foraging theory; MacArthur und Pianka, 1966) versuchen die Tiere, ihre Futteraufnahme im Sinne einer Energiemaximierung zu optimieren. Experimentell wurde ausserdem gezeigt, dass Wiederkäuer die Fähigkeit haben, schädliche Substanzen in Futtermitteln zu erkennen und eine Abneigung dagegen zu entwickeln (Provenza, 1995) oder Futter so zu kombinieren, dass ein optimales Pansenmilieu sichergestellt wird (Cooper et al., 1995). Diese Konzepte werden auch unter „Weisheit zur richtigen Ernährung“ (nutritional wisdom) zusammengefasst (Provenza und Balph, 1990). Des Weiteren wurde auch beobachtet, dass Wiederkäuer in der Lage sind, durch eine geeignete Futterwahl Krankheiten oder Parasitenbefall entgegenzuwirken („Selbstmedikation“; Villalba et al., 2010). Unter heutigen Haltungsbedingungen wird den Tieren aber oft eine homogene Mischung verfüttert, welche auf ein durchschnittliches Tier mit errechnetem Bedarf und Leistung abgestimmt ist. Obwohl sich diese Futtermischungen als äusserst effizient und ökonomisch erwiesen haben, wird es dem Einzeltier verunmöglicht, seine Ration nach seinem individuellen Bedarf durch eigene optimale Selektion selber zusammenzustellen, was bei einer Auswahl aus Einzelkomponenten möglich ist. In den letzten Jahren wurde in der Forschung immer öfter darauf hingewiesen, die natürliche Umgebung der Tiere bei Überlegungen bezüglich Fütterungsstrategie miteinzubeziehen (Provenza et al., 2007). Mit Futterwahlexperimenten konnte auch gezeigt werden, dass eine Futterauswahl zu einer höheren Futteraufnahme führen kann (Rogosic et al., 2007). Insbesondere beim Angebot an Futtermitteln, die sich durch einen hohen Fasergehalt oder signifikante Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen auszeichnen, könnte die Aufnahme durch eine Futterauswahlmöglichkeit verbessert werden.

In einem zweiteiligen Futterwahlexperiment wurden folgende Hypothesen getestet: (i) die tägliche Futteraufnahme erhöht sich, wenn eine diverse Auswahl an faserreichen Futtermitteln vorliegt als

wenn ein einzelnes faserreiches Futtermittel angeboten wird und (ii) ob die Möglichkeit einer Futterwahl zu einer besseren Nährstoffversorgung der Tiere führt.

## Material und Methoden

Das Futterwahlexperiment wurde am Institut für Tierernährung der Universität Zürich durchgeführt. Es wurden 12 laktierende Ostfriesische Milchschafe (Lebendgewicht  $64 \pm 12.6$  kg) verwendet, welche sich zu Versuchsbeginn in der achten Laktationswoche befanden. Die Schafe wurden mit einer Basisration bestehend aus gehäckseltem Gerstenstroh *ad libitum* und Kraftfutter gefüttert. Die Kraftfuttermenge wurde je nach Bedarf (Lebendgewicht und Milchleistung) dem Einzeltier angepasst und betrug im Durchschnitt 0.7 kg/Tier und Tag. Als Testfutter wurden drei mediterrane Strauchfutter (Salzbusch (*Atriplex leucoclada*), Saxaul (*Haloxylon articulatum*), Salzkraut (*Salsola vermiculata*)) und drei mitteleuropäische Baumfutter (Birke (*Betula pendula*), Kastanie (*Castanea sativa*), Walnuss (*Juglans regia*)) verwendet (Tabelle 1). Die Futter wurden als getrocknete und gehäckselte Blätter (Bäume) bzw. getrocknete und gehäckselte Blätter mit feinen Ästchen (Sträucher) verfüttert.

**Tabelle 1:** Zusammensetzung der Testfuttermittel und Stroh

Futter	Trockensubstanz (TS, g/kg)	Faser (NDF) (g/kg TS)	Rohprotein (g/kg TS)	Gesamtphenole <sup>1</sup> (g/kg TS)
Mediterranes Futter				
Salzbusch	912	498	177	7.50
Saxaul	927	460	200	24.9
Salzkraut	914	689	113	5.61
Mitteleuropäisches Futter				
Birke	916	494	155	33.2
Kastanie	917	431	120	51.3
Walnuss	908	477	137	37.8
Stroh	920	809	41.1	6.00

<sup>1</sup> Werte entsprechen Gallussäure-Äquivalenten

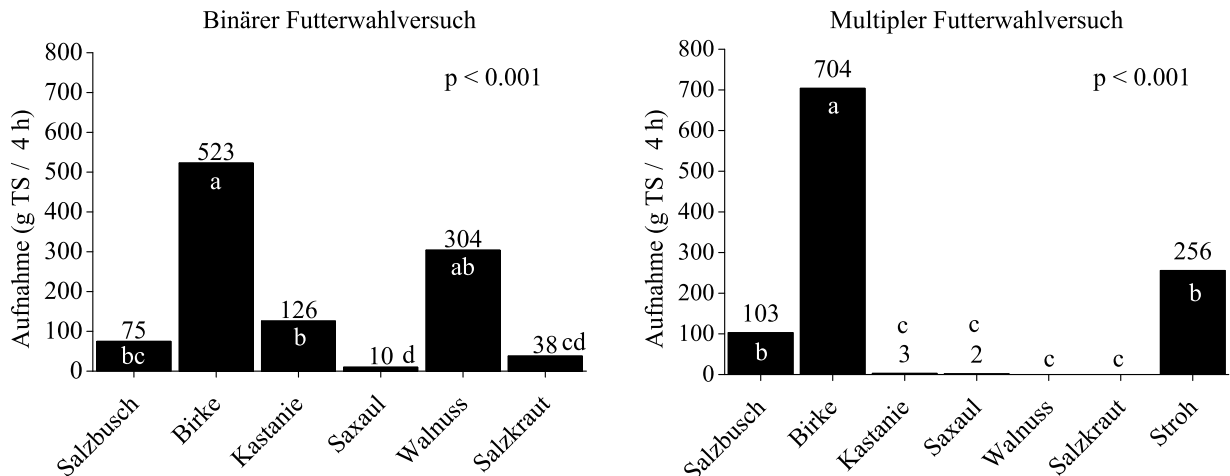
Dem Futterwahlexperiment ging eine Adaptationsperiode von sieben Tagen voraus, während der die Tiere nur die Basisration erhielten. Für den ersten Teil des Experiments (Auswahl aus zwei statt einem Futtermittel) wurden die Tiere in zwei Gruppen eingeteilt (jeweils n=6; binäre Futterwahlgruppe und Kontrollgruppe). Der Futterwahlgruppe wurde in den folgenden insgesamt sechs Fütterungsperioden eine Auswahl zwischen einem der Testfuttermittel und Stroh separat (binäre Wahl) über 7 Tage für jeweils 4 Stunden während des Vormittags angeboten. Am Nachmittag erhielten die Tiere die ihnen zustehende Basisration. Auf jede Fütterungsperiode folgten zwei Tage in denen nur

die Basisration gefüttert wurde, um einen direkten Einfluss der vorangehenden Periode auf die nächste Periode ausschliessen zu können. Dieses Vorgehen wurde wiederholt bis jedes Tier der Futterwahl-Gruppe jedes Testfutter für jeweils eine Fütterungsperiode als binäre Futterwahl offeriert bekommen hatte. Während dieser sechs Fütterungsperioden erhielt die Kontroll-Gruppe nur die Basisration. Während der vierstündigen Versuchsperiode wurde die Futteraufnahme der Testfuttermittel und des Strohs erhoben. Ausserdem wurde die Strohaufnahme während des gesamten Tages erfasst. Im zweiten Teil des Experiments wurden die Tiere auf zwei neue Gruppen (multiple Futterwahl- und Kontrollgruppe) verteilt, bestehend aus jeweils drei Tieren der vorherigen binären Futterwahl- bzw. drei Tieren der vorherigen Kontrollgruppe. Der multiplen Futterwahlgruppe wurde nun für 4 Stunden am Vormittag eine Mehrfach-Wahl bestehend aus allen Testfutter und Stroh separat angeboten, während der Kontrollgruppe nur Stroh zur Verfügung gestellt wurde. Am Nachmittag erhielten alle Tiere die Basisration. Der zweite Teil des Experiments dauerte 7 Tage. Auch hier wurde die Futteraufnahme aller Testfuttermittel während 4 Stunden und des Strohs während 4 und 24 Stunden gemessen. Futterproben aller Futtermittel wurden in regelmässigen Abständen gezogen (n=4 pro Futtermittel) und an der ETH Zürich auf ihre Zusammensetzung (TS, NDF, Rohprotein, Gesamtphenole) analysiert.

Die erhobenen Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mittels der MIXED-Prozedur statistisch ausgewertet, wobei die Gruppe (Futterwahl- oder Kontrollgruppe) als fixe Einflussgrösse und das Tier als zufälliger Effekt angesehen wurde. In der Auswertung der binären Futterwahl wurden zusätzlich die fixen Effekte Testfuttermittel, Periode und die Interaktion Gruppe  $\times$  Periode berücksichtigt. Beide Versuchsteile wurden getrennt voneinander ausgewertet. Die Daten wurden für die Auswertung (P-Werte) logarithmisch transformiert. Für die multiplen Gruppenvergleiche wurde der Tukey-Test angewandt. In den Ergebnissen sind die LS-Means vor der Transformation dargestellt.

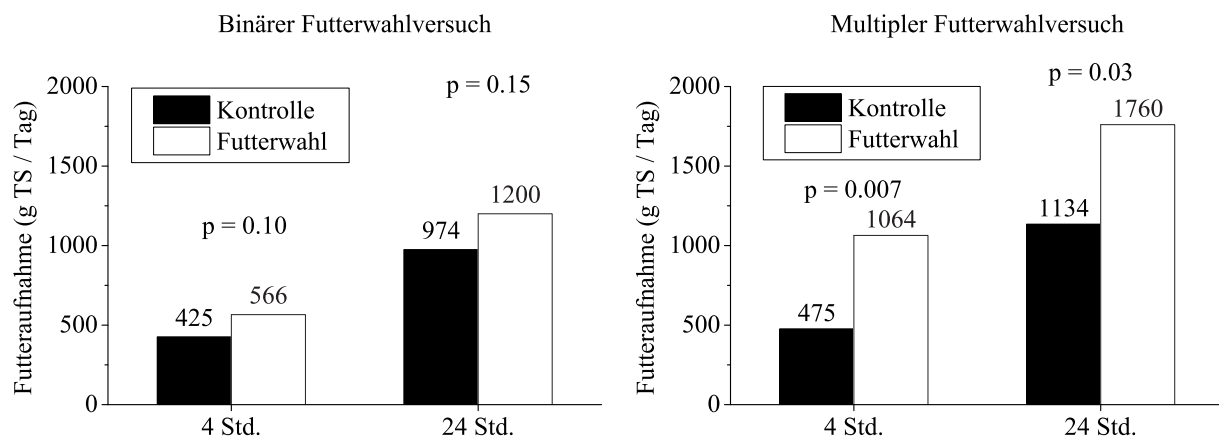
## **Ergebnisse**

Die Aufnahme an den einzelnen Testfuttermitteln fiel sehr unterschiedlich aus. Birke wurde in beiden Versuchsteilen signifikant am besten angenommen (Abbildung 1). Die Aufnahme an Birkenblättern entsprach in dem binären Futterwahlteil 38.2 % und im multiplen Futterwahlteil 40.0 % der täglichen Grundfutteraufnahme. Im ersten Versuchsteil folgte darauf Walnuss (23.0 %), Kastanie (10.5 %), Salzbush (7.0 %) und das Salzkraut (3.3 %). Saxaul wurde nur in geringen



**Abbildung 1:** Aufnahme an Testfuttermitteln (und Stroh) während den 4-stündigen Testperioden im binären und multiplen Futterwahlversuchsteil; unterschiedliche Buchstaben (a, b, c, d) bedeuten voneinander unterschiedliche ( $P < 0.05$ ) Mittelwerte.

Mengen ( $< 1$  % der täglichen Grundfutteraufnahme) gefressen. Im zweiten Versuchsteil wurde Stroh über die 4 Stunden als zweitbestes Grundfutter angenommen (14.5 % der täglichen Grundfutteraufnahme), gefolgt vom Salzbusch (5.6 %). Die anderen Testfuttermittel, darunter auch Walnuss, wurden von den Tieren kaum angerührt (Futteraufnahme  $< 10$  g TS/Tag resp.  $< 1$  % der täglichen Grundfutteraufnahme). Der Vergleich von binärer Futterwahl- und Kontrollgruppe im ersten Teil des Experiments zeigte einen Trend zu erhöhter Grundfutteraufnahme pro Tag bei der Futterwahlgruppe (Abbildung 2). Die höhere Grundfutteraufnahme zeigte sich bereits nach 4 Stunden Fütterungszeit (+141 g TS/Tag), war aber nach 24 Stunden (+226 g TS/Tag) numerisch noch höher. Im zweiten Teil des Experiments war die Futteraufnahme nach 4 und 24 Stunden Fütterungszeit zwischen der multiplen Futterwahlgruppe und der Kontrollgruppe signifikant verschieden. Die Futterwahlgruppe wies eine deutlich höhere Grundfutteraufnahme auf als die Kontrollgruppe (+ 589 g TS nach 4 Stunden bzw. + 626 g TS/Tag nach 24 Stunden).



**Abbildung 2:** Tägliche Grundfutter-TS-Aufnahme (g) der Kontroll- und Futterwahlgruppe im binären und multiplen Futterwahlversuchsteil

Die Aufnahme an organischer Substanz (OS) aus dem Grundfutter war in beiden Versuchsteilen in den Futterwahlgruppen höher (Tabelle 2). Die Rohproteinaufnahme aus dem Grundfutter war im binären Futterwahlteil numerisch und im multiplen Futterwahlversuch signifikant höher für die Futterwahlgruppe. Im multiplen Futterwahlteilversuch zeigten sich auch signifikante Unterschiede bei der Aufnahme an Gesamtphenolen.

**Tabelle 2:** Tägliche Nährstoffaufnahme (g/Tag) aus dem Grundfutter der Kontroll- und Futterwahlgruppe im binären und multiplen Futterwahlversuchsteil

Gruppe	Binäre Futterwahl				Multiple Futterwahl			
	Futterwahl	Kontrolle	SEM	<i>P</i>	Futterwahl	Kontrolle	SEM	<i>P</i>
OS	1100	893	82.1	0.09	1497	966	135.7	0.03
Rohprotein	45.0	24.3	11.7	0.51	158	49.8	17.0	<0.001
NDF	648	532	197.9	0.62	1150	888	105.9	0.12
Gesamtphenol	31.4	15.0	9.6	0.39	29.9	8.0	3.3	<0.001

### Schlussfolgerungen

Birkenblätter wurden von den Tieren trotz ihrer relativ hohen Phenolgehalte in beiden Versuchsteilen in der Futterwahl klar bevorzugt. Walnussblätter wurden im binären Futterwahlversuch zwar gut von den Tieren aufgenommen, im zweiten Versuchsteil bei einer höheren Diversität der zur Verfügung stehenden Testfutter aber nicht mehr gefressen. Salzbuschblätter wurden in beiden Versuchsteilen gut aufgenommen. Insgesamt stieg die Grundfutteraufnahme bei der Möglichkeit zur Futterauswahl bereits nach 4 Stunden an, und war auch über 24 Stunden Fütterungszeit betrachtet höher als bei der Kontrollgruppe, welcher während des gesamten Tages nur Stroh als Grundfutter zur Verfügung gestellt wurde. Die tägliche Strohaufnahme unterschied sich indes nicht zwischen den beiden Gruppen und hatte folglich keinen Effekt auf die Unterschiede in der totalen Grundfutteraufnahme der beiden Gruppen. Dieser Effekt zeigte sich verstärkt, je höher die Diversität an den zur Verfügung stehenden Testfuttermitteln war. Eine Futterwahl führte in beiden Versuchsteilen zu einer höheren Nährstoffaufnahme, wobei auch hier der Effekt bei einer grösseren Auswahl an Testfuttermitteln deutlicher wurde. Die Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass die Grundfutteraufnahme von faserreichen Futtermitteln durch ein vielfältiges Futterangebot, welche es dem Tier ermöglicht, seine Rationen individuell zusammenzustellen, erhöht und die Nährstoffaufnahme und damit die Nährstoffversorgung verbessert werden kann. Für die tatsächliche Nährstoffversorgung spielt auch die Verdaulichkeit der einzelnen Grundfuttermittel eine Rolle. Diese wurde aber nicht gemessen.

## Literatur

- Cooper, S.D.B., Kyriazakis, I., Nolan, J.V. (1995): Diet selection in sheep: the role of the rumen environment in the selection of a diet from two feeds that differ in their energy density. *Brit. J. Nutr.* **74**: 39-54
- MacArthur, R.H. and Pianka, E.R. (1966): On optimal use of a patchy environment. *Am. Nat.* **100** (916): 603-609
- Provenza, F.D. (1995): Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range. Manage.* **48**: 2-17
- Provenza, F.D. and Balph, D.F. (1990): Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In: *Behavioural Mechanisms of Food Selection, NATO ASI Series, Series G: Ecological Sciences* (Hughes, R. N., ed.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany: pp. 423-459
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Haskell, J., MacAdam, J.W., Griggs, T.C., Wiedermeier, R.D. (2007): The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Sci.* **47**: 382-398
- Rogosic, J., Estell, R.E., Skobic, D. Stanic, S. (2007): Influence of secondary compound complementarity and species diversity on consumption of Mediterranean shrubs by sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **107**: 58-68
- Villalba, J.J., Provenza, F.D., Hall, J.O., Lisonbee, L.D. (2010): Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. *J. Anim. Sci.* **88**: 2189-2198.

## Dank

*Diese Studie wurde mit finanzieller Unterstützung des Nord-Süd Zentrums der ETH Zürich durchgeführt.*

# **Feed for Health**

**Tagungsbericht**

**3. Mai 2012**

Herausgeber:

M. Kreuzer, T. Lanzini, A. Liesegang, R. Bruckmaier, H.D. Hess

ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung



Band 35  
ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung

ISBN 978-3-906466-35-3

Adresse: ETH Zürich  
Institut für Agrarwissenschaften  
Tierernährung / LFW  
Universitätstrasse 2  
8092 Zürich

Mai 2012

**Feed for Health**

**M. Kreuzer, T. Lanzini, A. Liesegang, R. Bruckmaier, H.D. Hess (Hrsg.)**